



中吉联合



# 物理能量转换 世界

吴波◎编著

图文并茂，具有趣味性、知识性



ZIRANDEYUNLV

# 自然的韵律

我们生活在一个有声的世界里，声音给我们这个世界制造了种种奇妙的现象，我们生活的世界里，声音随时可闻，随地可感，它太普通了，普通得以至于我们会忽视。它其实是身手不凡，神通广大的。本书将带领广大青少年读者走进声音的世界，感受声音的奇妙之处，领略声音的神通广大，从而开阔我们的视野，拓展我们的知识范围，提高我们的科学水平。



中国出版集团  
现代出版社



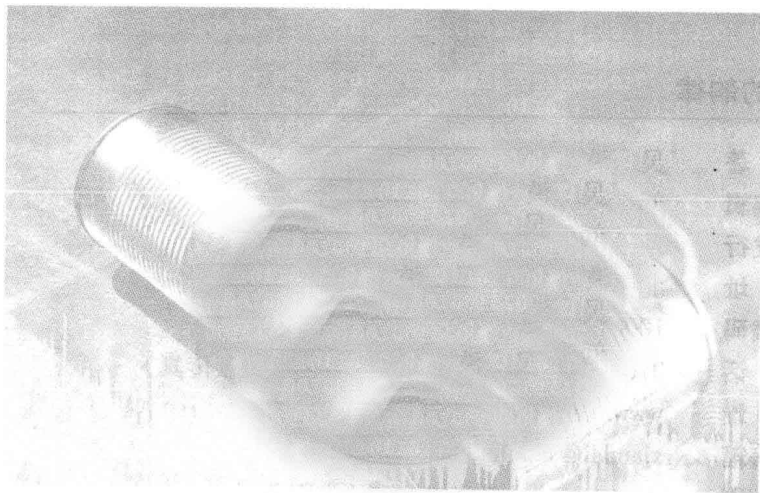
**物理能量转换**

图文并茂，具有趣味性、知识性

ZIRANDEYUNLV

# 自然的韵律

编著◎吴波



中国出版集团



现代出版社

## 图书在版编目 (CIP) 数据

自然的韵律 / 吴波编著. —北京: 现代出版社,  
2013. 1

(物理能量转换世界)

ISBN 978 - 7 - 5143 - 1042 - 9

I. ①自… II. ①吴… III. ①声学 - 青年读物②声学  
- 少年读物 IV. ①O42 - 49

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2012) 第 292886 号

## 自然的韵律

---

|      |                                     |
|------|-------------------------------------|
| 编 著  | 吴 波                                 |
| 责任编辑 | 刘 刚                                 |
| 出版发行 | 现代出版社                               |
| 地 址  | 北京市安定门外安华里 504 号                    |
| 邮政编码 | 100011                              |
| 电 话  | 010 - 64267325 010 - 64245264 (兼传真) |
| 网 址  | www. xdcbs. com                     |
| 电子信箱 | xiandai@ cnpitc. com. cn            |
| 印 刷  | 大厂回族自治县祥凯隆印刷有限公司                    |
| 开 本  | 710mm × 1000mm 1/16                 |
| 印 张  | 12                                  |
| 版 次  | 2012 年 11 月第 1 版 2012 年 11 月第 1 次印刷 |
| 书 号  | ISBN 978 - 7 - 5143 - 1042 - 9      |
| 定 价  | 23. 80 元                            |

---

版权所有, 翻印必究; 未经许可, 不得转载



## 前言

我们生活在一个有声的世界里，声音给我们这个世界制造了种种奇妙的现象：

20 世纪初，荷兰一座军火库突然爆炸，惊扰得千里之外的城乡鸡犬不宁，可是离开出事地点只有几百千米的一些地方的居民，却不知道爆炸这回事，因为他们根本就没有听到爆炸声……

一个人站在广袤的平原上大声呼喊，是听不到回声的；一个人站在高楼林立的大马路上呼喊，也是听不到回声的。可是如果一个人站在寂静的山谷中呼喊，他不仅可以听到响亮的回声，而且感到应声四起，此起彼伏，十分有趣。

几个人晚上在新疆塔克拉玛干沙漠的沙丘顶上宿营，突然听到一种高昂而清朗的声音，好像有人在拨弄琴弦。于是他们循着琴声走去，结果发现声音原来是从沙丘上滑下的沙子发出的。

在我们生活的地球上，像这样的例子不胜枚举，只要我们去留意，就会发现许多与声音有关的奇妙现象。

我们生活在一个有着悦耳动听之声的世界里，大自然中的鸟语令我们烦虑尽消，美妙的音乐令我们精神愉悦，动听的笑声令我们心情舒畅，婴儿的哭声令我们心生怜爱，关切的话语令我们心头温暖……

我们也生活在一个有着可恶可怕的声音的世界里，无处不在的噪声像一把杀人不见血的软刀子时时折磨着我们的耳膜、神经和心理，有时甚至令人精神崩溃或产生暴力冲动。常常伴随地震、火山喷发、海上风暴等灾难而来的次声更加令人恐怖，人耳无法听到它，它就像一个隐形杀手在不知不觉中破坏人体的平衡器官，造成耳朵、神经系统和大脑的损伤，从而引起恐惧、头痛、晕眩、呕吐、眼球上下颤动等症状，严重时会导致人死亡。



我们生活的世界里，声音随时可闻，随地可感，它太普通了，普通得以至我们会忽视其实是身手不凡、神通广大的它。

利用物体发出声波的回声，可以探索障碍物的存在；同时由接收到回声时间的长短，还能判断出物体距离目标的远近。根据这个原理，科学家研制出了“回声测位仪”。

根据超声可以作定向发射，并且在水下传播距离远、传送能量大的特点，法国物理学家郎之万提出用超声侦察潜艇的设想，并且在不久既研制成功世界上第一台使用超声侦察潜艇的设备，他把它称之为“声呐”。

声呐在捕鱼业中应用得最广泛，它使人们在辽阔的大海中捕鱼作业不再瞎摸了。20世纪30年代第一次使用声呐时，就真正地改变了整个渔业的面貌。

盲人看不到缤纷的世界，连走路也不便，是十分痛苦的，而超声探路装置的出现，为他们装上了“眼睛”。

用来检测金属材料的超声探测仪，可以探测材料内部缺陷，及时得到修正，从而避免造成重大损失，在工业生产中发挥着重要作用。

B型超声诊断仪的广泛应用，让医生不仅能直接观察脏器及其上面的病灶，而且还能看到脏器的活动画面，从而对症治疗。

音乐能促进农作物增产，这是由于在有节奏的音乐声波的刺激下，生物体内细胞的生命活动迅速增强，这加速了细胞的新陈代谢，促进了作物的生长。另一方面，声波的作用还能提高土壤的温度和激活土壤中有有益的微生物，这也为农作物的茁壮成长，创造了有利的条件。

总之，声音的用途极为广泛，而且它的本领之大，常常出乎我们的意料之外。

走进声音的世界，感受声音的奇妙之处，领略声音的神通广大，从而开阔我们的视野，拓展我们的知识范围，提高我们的科学水平。



# 目 录

## 认识声音

|                 |    |
|-----------------|----|
| 揭开声音的奥秘 .....   | 2  |
| 耳朵与声音 .....     | 6  |
| 声音的传播介质 .....   | 10 |
| 双耳效应与声的掩蔽 ..... | 15 |
| 超声和次声 .....     | 19 |
| 多普勒效应 .....     | 22 |
| 聚焦现象与衍射现象 ..... | 24 |
| 声的波动性与功率 .....  | 28 |
| 语言声学 .....      | 33 |

## 声音中的奇妙现象

|                  |    |
|------------------|----|
| 巨响之下的“寂静区” ..... | 37 |
| 水的奇言妙语 .....     | 39 |
| 建筑中的声学 .....     | 42 |
| 夜半钟声到客船 .....    | 45 |
| 回音壁、三音石和圜丘 ..... | 48 |
| 钟响磬鸣 .....       | 51 |
| 会“唱歌”的沙子 .....   | 53 |
| 回声的恶作剧 .....     | 56 |



|                  |    |
|------------------|----|
| 海豚的超声导航系统 .....  | 59 |
| 从“蝙蝠实验”说开来 ..... | 62 |
| 动物异常与次声 .....    | 65 |

## 养心益智妙乐

|                 |    |
|-----------------|----|
| 乐曲动听之谜 .....    | 68 |
| “缸”琴与纸盒琴 .....  | 72 |
| 金奖小提琴 .....     | 75 |
| 美妙的音乐之声 .....   | 78 |
| 中国的传统乐器 .....   | 81 |
| 中国古代的乐律 .....   | 84 |
| 从“焦尾琴”说琴材 ..... | 87 |
| 常听音乐人长寿 .....   | 89 |
| 神奇的音乐疗法 .....   | 92 |
| 音乐胎教造神童 .....   | 95 |
| 音乐与科学发现 .....   | 98 |

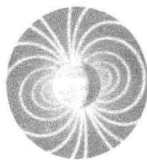
## 声音的妙用

|                   |     |
|-------------------|-----|
| 利用回声测距离 .....     | 103 |
| 声呐在军事中的应用 .....   | 105 |
| 声呐在渔业中的应用 .....   | 108 |
| 远距离声呐 .....       | 114 |
| 变能装置换能器 .....     | 117 |
| 超声发生器与超声接收器 ..... | 120 |
| 超声探路装置 .....      | 123 |
| 超声探伤仪 .....       | 126 |
| 超声在医疗上的应用 .....   | 129 |
| 超声的空化作用 .....     | 133 |
| 次声的应用及次声武器 .....  | 136 |
| 声发射技术 .....       | 139 |
| 听诊器的发明 .....      | 142 |

|                   |     |
|-------------------|-----|
| 同情摆 .....         | 145 |
| 度量衡标准“黄钟律管” ..... | 147 |
| 化害为利说噪声 .....     | 150 |
| 植物听音乐长得好 .....    | 153 |

## 可恶可怕的声音

|                  |     |
|------------------|-----|
| 从断桥说到防震 .....    | 157 |
| 救救我们的耳朵 .....    | 160 |
| 令人担忧的噪声病 .....   | 163 |
| 治理噪声的方法 .....    | 166 |
| 次声与灾难结伴而来 .....  | 171 |
| 次声对人体的危害 .....   | 174 |
| 次声疑是海难“元凶” ..... | 177 |
| 次声泄露核爆炸机密 .....  | 180 |



# 认识声音

RENSHI SHENGYIN

声音看不见，摸不着，是个十分奇妙的东西，曾引起古人对它的种种有趣的猜测。其实声音并不是什么神秘莫测的微妙物质，它只不过是振动物体发出的一种声波。我们耳道末端的鼓膜，在声波的作用下会产生振动，于是我们就听到声音了。

声音是通过空气、液体和固体等介质进行传播的，声音的传播速度跟介质的性质有密切的关系。声音传播过程中，介质分子依次在自己的平衡位置附近振动，介质分子具有一种反抗偏离平衡位置的本领。水分子的反抗本领比空气分子的大，所以，声音在水中的传播速度比在空气中大。铁原子的反抗本领比水分子还要大，所以，声音在钢铁中传播速度更大。

实验表明，人仅能听到频率在 20 ~ 20 000 赫以内的声波。这个范围内的声波叫可闻声波。低于 20 赫的叫次声波，高于 20 000 赫的叫超声波。次声波和超声波是人听不见的。

另外，声音具有掩蔽现象、聚焦现象与衍射现象，声音还会发生多普勒效应与双耳效应，等等。



## 揭开声音的奥秘

声音看不见，摸不着，是个十分奇妙的东西。正如俄国诗人涅克拉索夫所描述的那样：

谁都没有看到过它，  
听呢，——每个人都听到过。  
没有形体，可是它活着，  
没有舌头——却会喊叫……

声音即然如此微妙，自然引起古人对它的种种神秘的猜测。例如，古希腊学者恩培多克勒就提出过一种看法，他认为声音是一种“微妙物质”，这种物质潜藏在各种物体之中，因此平日不易发现它。可是当物体受到冲击或打击时，它就像受到惊吓一样跑了出来。它一旦跑进人的耳朵里，就会被听到，而成为我们平日所说的“声音”。恩培多克勒的这种说法，听起来似乎有些道理，然而事实却不是这样。有人曾对着一端开口的竹筒大声喊叫，然后把竹筒密封好。按照恩培多克勒的说法，这样做的结果，这个人发出来的声音“物质”就都被保存下来了。可是，当他打开密封的竹筒时，却什么也听不到。可见，恩培多克勒的说法是站不住脚的。

后来，随着人们观察的不断深入和科学实验的开展，声音的奥秘才逐渐被揭开。为了说明声音究竟是什么，让我们仔细观察和分析一下发生在我们身边的一些声音现象。

用力敲一下鼓面，它就会发出咚咚的声响。这时如果我们用手去抚摸一下鼓面，就会感觉它在上下起伏振动。等到鼓面不振动了，鼓声也就消失了。用琴弓摩擦一下琴弦，它就会发出悠扬的琴声。当我们拿一纸条跟琴弦接触时，就会发现纸条来回振动起来。等纸条不再振动了，琴声也就中止了。由此可见，声音是由物体振动产生的。

拿一根振动着的竹片不间断地敲打水面，水面就会出现一圈圈的波纹，不断扩大向外传播出去，这就是我们通常所说的水波。同样道理，当发声物体振动时，在它周围也会形成一层层不断向外扩展的波纹，这就是声波。如果传播中的声波进入人的耳朵里，它还会引起人耳内鼓膜的振动，于是人们就听到了声音。



琴 声

原来，声音并不是什么神秘莫测的微妙物质，它只不过是振动物体发出的一种波纹——声波。

各种声音有什么不同呢？首先是声音的强弱不同，这叫声强。

找一根废钢锯条，把它夹紧在抽屉缝里，伸出来的部分要长一些。用手指拨动锯条，让锯条弯得厉害些，一松手，听！发出了较强的声响。如果你只是轻轻地拨动一下，锯条来回振动得不很大，声音就小多了。

仔细观察一下那根锯条的运动情况。当你没有拨动锯条时，锯条的位置叫平衡位置，当你拨动锯条，例如把锯条先向下弯，弯到一定的位置，然后拿开手，锯条就开始返回平衡位置，过了平衡位置继续向上弯，一直到某一位置，锯条又返回平衡位置，到了平衡位置，就完成了一次振动。

在物理学里，把振动物体离开平衡位置的最大距离叫做振幅。用力拨动它，它的振幅就大；轻轻拨动它，它的振幅就小。

锯条琴的实验告诉我们，声强和声源的振幅有关系。声源振幅越大，声音越强；声源振幅越小，声音越弱。

声音的强弱用声级表示，它的单位叫分贝。小电钟的声级是 40 分贝，普通谈话的声级是 70 分贝，气锤噪声的声级是 120 分贝，喷气式飞机噪声的声级是 160 分贝，巨大的火箭噪声的声级是 195 分贝。



在空气中，人类刚刚可以听到的最弱的声音的声级是0分贝，它的能量很小，这种声音造成的压力变化只有蚊子落到人手上时所感受的压力变化的 $1/1\,000$ 。目前还没有任何仪器能达到人耳这样高的灵敏度。人听得见的这种最弱的声音极限，在声学中就叫做“听阈”（阈，yù，范围的意思）。

当人站在飞机发动机旁或者凿岩机旁，隆隆的噪声会使人耳产生疼痛的感觉，这种声音的能量很大，在声学中叫做“痛阈”。这时的声级大约是120分贝，它的压强是0分贝时的1万亿倍呢！

声音不但有强弱，而且有高低。声音的高低程度叫做音调。不同的音调是怎样产生的呢？让我们先做个小实验吧。

找一张旧年历卡片（或者有弹性的硬纸板）、一辆自行车。把自行车支起来，一只手转动自行车的脚踏板，另一只手拿着硬纸片，让纸片的一头伸到自行车后轮的辐条中。先慢慢转，这时可以听到纸片的“轧轧”声；再加快速度，纸片发出的声调就会变高；当转速达到一定程度时，纸片就会“尖叫”起来了。

很明显，纸片音调的变化是和纸片每秒钟振动的次数有关系的：车轮旋转比较慢的时候，同一时间内纸片跟车条的接触次数比较少，也就是说，每秒钟纸片振动的次数比较少。反过来，车轮转得快时，纸片每秒钟振动的次数就多了。

振动着的物体在1秒钟里完成全振动的次数叫做频率。频率的单位叫赫兹（简称赫），也叫周/秒（读做“周每秒”）。大钢琴最低音的频率是27赫，最高音的频率是4000赫，它包含了这么广的频率范围，当然能演奏丰富多彩的乐曲了。

人讲话的音调也有高低。成年男子的声带长而厚，基本振动频率低，只有100~300赫；女子的声带短而薄，基本振动频率比较高，一般是160~400赫，所以女子说话的音调都比男子高一些。儿童的声带比较短薄，童音音调比较高。少年的声带正在发育，都有一段“变音”的时期，在这个时期应注意保护声带。

勤劳的蜜蜂用440赫的频率飞出去采蜜，当它们满载而归的时候，翅膀振动的频率降到330赫，有经验的养蜂人听到蜜蜂的“歌声”，就能知道它们是否采到了蜜。

## 知识点

### 恩培多克勒

恩培多克勒是古希腊先哲，约生于前493年到前432年之间的西西里阿克拉噶斯（今阿格里琴托），他在哲学与科学的多个领域都有建树。他对科学最重要的贡献就是，发现空气是一种独立的实体。他证明这一点是由于观察到：把一个瓶子或者任何类似的器皿倒着放进水里的时候，水就不会进入瓶子里面去。在宇宙论方面，他提出了土、气、火与水的四原素学说，他认为其中每一种都是永恒的，但是它们可以以不同的比例混合起来，这样，便产生了我们在世界上所发现的种种变化着的复杂物质。

### 延伸阅读

#### 各种形式的振动

如果使物体振动起来以后，不再对它施加外力，任其自然，这种振动就叫自由振动，也叫固有振动。

用脚踏动缝纫机的踏板，使缝纫机转动。上边的缝针上下振动了，同时发出了“咔嚓咔嚓”的声响。这跟自由振动不一样，它的振动是被迫的，因此叫受迫振动。

风吹树枝的摇动、秋千的荡动、钟摆的摆动、汽缸中活塞的运动等等都具有一个共同特点：物体或物体的一部分在一定位置附近做来回往复的运动，这种运动称为秋千振动。

在自然界中，机械振动各式各样，非常复杂。但是一种振动的最基本、最典型、最简单的振动，叫简谐振动。其特征是：受到一个大小与离开平衡位置距离成正比且方向始终指向平衡位置的力。



## 耳朵与声音

在人的听觉器官构造中，外耳由耳郭和使耳郭同鼓膜接通的听道构成。外耳的主要功能为确定声源的方向。到目前为止还不清楚人耳耳郭的形状取决于什么原理。听道（向内略略缩小的长2厘米的小管）可预防内耳器官受损，同时起着谐振器的作用。人可接收的声频在20~20 000赫之间，但灵敏度最高的范围局限于2 000~5 500赫。听道谐振频率正位于这一区域，同时，声音的增强是从5~10分贝。

外耳听道的末端是鼓膜——在声波作用下振动的振动膜片。就是在此处，即在中耳的外界处，客观的声音转变成主观的声音。紧接鼓膜后是3根彼此相接的小骨：锤骨、砧骨和镫骨，振动靠这3块小骨传入内耳。在听神经处，振动变为电信号。锤骨、砧骨和镫骨所在的小室充满空气，并通过咽鼓管与口腔相通。咽鼓管可使鼓膜内外两侧保持相同的压力。咽鼓管通常是关闭的，只有当压力突然变化时（人做吞咽动作或打呵欠时），才开启使压力保持平衡。如果人的咽鼓管受阻，例如感冒引起的受阻，压力就失去平衡，就会感到耳疼。

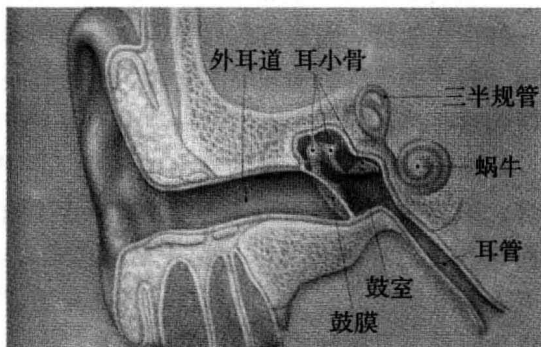
在震动从鼓膜向内耳的开始部分——卵形窗传递的过程中，初级声能在中耳有“聚集”现象。这是通过以我们都知道的力学原理为基础的两种方法实现的：首先，振幅变小，但同时振动功率增强。这可用杠杆做个类比，为了保持平衡，长臂上加较小的力，短臂上加较大的力。可以根据鼓膜振幅等于氢原子的直径（ $10^{-8}$ 厘米），而锤骨、砧骨和镫骨使振幅减少1/3，看出人耳中这一变化的精确度是多少。其次，也是最重要的，声音“聚集”程度取决于内耳鼓膜和卵形窗的直径不同。作用于鼓膜上的力等于压强和鼓膜面积的乘积。这个力通过锤骨、砧骨和镫骨作用于另一面有液体的卵形窗。卵形窗的面积是鼓膜的面积的1/30~1/15，因此对卵形窗的压力也大15~30倍。此外，正如上面说过的，锤骨、砧骨和镫骨使振动功率增加3倍，因而，靠中耳的帮助，对卵形窗的压力超过作用于鼓膜的最初的压力几乎90倍。这一点很重要，因为接下去，声波是在液体中传播了。如果不增加压力，由于反射效应，声波就永远不能透入液体。

锤骨、砧骨和镫骨附生有很小的肌肉，能保护内耳在强噪声影响下不受损

伤。在通常情况下，振动或多或少是直接通过这3块小骨传递的，但在强噪声时，在某些肌肉的作用下，镫骨旋转轴移动，减小了对卵形窗的压力。在噪声继续增加的情况下，其他的肌肉也进入工作状态，有的使鼓膜绷紧，有的局部移动镫骨。突如其来的强度很大的声音，能破坏这个防护机体，并且引起内耳的严重损伤。

听觉真正的奥秘是从卵形窗——内耳的起点开始的。在这里，声波已经是在充满耳蜗的液体（外淋巴）中传播了。这个内耳器官确实像只蜗牛，长约3厘米，几乎全都被隔膜分为两个部分。进入耳蜗卵形窗的声波，传到隔膜，绕过隔膜，继续向它们第一次碰到隔膜的同一地方的背面传播，最后，声波经耳蜗的圆形窗消散。

耳蜗的隔膜实际上是由基膜构成的。基膜在卵形窗附近很薄很紧，但随着向耳蜗尾部靠近的程度而变厚变松弛。第一个研究膜结构的格·贝凯西，20世纪30~40年代在布达佩斯工作。由于这一发现，1961年荣获诺贝尔奖金。贝凯西研究了中耳和内耳作用的构造和机制，证明了



耳朵结构图

声振动在基膜表面形成的波状纹，而且已知频率的峰都在膜的完全确定的部位上。高频声在基膜绷得最紧的部位，也就是在卵形窗附近最大，而低频声则在基膜厚实松弛的耳蜗“尾部”最大。贝凯西发现的这一机制可以解释人怎么能分辨出不同频率的音调。

机械振动转变为电信号，是在医学上所谓的柯蒂器官内进行的。这个器官位于基膜上部，由纵向排成四列的23500个“肥厚的”乳突组合而成。柯蒂器官的上部是像闸板似的耳蜗覆膜。这两个器官都浸在名为内淋巴的液体中，并且同耳蜗的其他部分被前庭膜所隔开。柯蒂器官乳突中长出的纤毛，几乎穿进耳蜗覆膜的表面。柯蒂器官连同它的纤毛乳突植根其上的基膜，仿佛铰链式地悬挂在耳蜗覆膜之上。在基膜变形时，它们之间产生切向应力，使连接两片膜的纤毛弯曲。依靠这种弯曲，完成了声音的彻底转变——现在声音已变成电信号了，纤毛弯曲在相当程度上起着乳突中电化学反应的启动装置的作用。它们正是电信号源。



声音在这里的情况以及声音所具有的形式，目前仍一无所知。我们只知道，声音现在可用电运动译成电码，因为每一个纤毛乳突都“射出”电脉冲。但这种电码的性质还不为人知。由于纤毛乳突甚至在没有任何声音的时候也放射出电脉冲，因此使译码工作变得更加复杂。各国在通信领域工作的许多实验室正在研究听觉密码的解译工作。只要识破这个密码，我们就能认识主观声音的真正性质。

毫无疑问，人的耳朵仍然是个了不起的器官，它通过捕捉各种声的信息，让人们用听觉感知外部丰富多彩的世界。人耳能够的声波范围非常宽广。拿声音高低来说，从20赫的低音到20 000赫的高音，人耳都能听到。低于20赫的次声或高于20 000赫的超声，人耳是听不到的，但这对于多数人来说，倒是一件幸运的事。因为自然界中各种小动物和昆虫都在不停地发出各种嘈杂的超声，而人的心脏跳动和周围物体发生的微振，又无休止地发出次声。如果能够听到这些声音，那么人们将一刻也不得安宁的。

不同年龄的人听觉的频率范围也不一样。年轻人的耳朵比老年人灵敏得多，20多岁的青年可以毫不费力地听到蚊子飞行时发出的8 000赫的嗡叫声，而60岁以上的老年人即使集中精力也难以听见。科学家丁达尔有一次带一位老人去逛瑞士公园，他听到公园处处充满了秋虫欢快的鸣叫声，而老人却什么也没听见，只感到周围静悄悄的。

再拿声音强弱来说，从比微风吹拂树叶还轻的细微声，到震耳欲聋的炮击声，人耳全部可以听到。为了便于比较多种声音的强弱，科学家把刚刚能够听到的最弱的声音，到耳朵所能忍受的最强的声音，分成130份，每份叫1分贝。人耳能够听到的声音强度的范围就在0~130分贝之间。低于0分贝，人耳听不见；高于130分贝，由于耳朵疼痛难忍也无法引起听觉。

人耳有一个特性：对于不同频率的声波，即使强度相同，听起来响度并不一样。其中人耳对3 000~4 000赫的声波最为敏感，它比同样强度的其他频率的声波，听起来要响得多。平日我们用录音机播放音乐时，如果把音量（声音强度）调小，常常发觉发出来的声音高音多、低音少，听起来不够丰满，这就是因为同样强度下，低音响度小的缘故。要想让录音机播放的音乐在音量降低后跟以前一样悦耳动听，就必须在调小音量的同时，重新调整音调开关，增强低音成分的强度才行。

人耳不仅有很宽的听觉范围，而且对所听到的声波有很强的分辨能力。首先，它可以从音调上把两个频率相近的声音分辨开来；声音的频率越低，这种

分辨能力越强。例如，频率为3 000 赫和3 009 赫这两个音，虽然频率差只有9 赫，人耳也能辨听出它们的高低来；而对于频率为100 赫的音，可以分辨得出的最小频率差就更小，只要有3 赫的变化，人耳便分辨出它们的不同了。人耳对400 赫左右的声音分辨能力最强，甚至频率为400 赫和401 赫这两个音，人耳分辨得也很清楚。

其次，人耳对声音强度的变化也有灵敏的分辨力，这种分辨力随强度和频率的不同而有所不同。例如，频率为35 赫和1 000 赫的两个声音，强度同样为5 分贝，前者强度必须增加9 分贝时，人耳才能听出其变化，而后者只要增加3 分贝，人耳便可觉察出变化来了。

至于人耳对于不同音色的声音的分辨，则是人所共知的了。

人耳对声音的分辨能力并不是人人都一样，不同人之间常常差别很大。有经验的养蜂人，根据蜜蜂嗡嗡叫声的不同，他可以知道它们是飞出去采蜜还是采好蜜回蜂房；而一位优秀的音乐指挥家，可以从庞大的乐队演奏中，听出某种乐器奏出的一个不和谐的音符。这些人对声音的分辨能力是常人所不及的。

## 知识点

### 耳 蜗

耳蜗是内耳的一个解剖结构，它和前庭迷路一起组成内耳骨迷路，是传导并感受声波的结构。耳蜗的名称来源于其形状与蜗牛壳的相似性，耳蜗的英文名 Cochlea，即是拉丁语中“蜗牛壳”的意思。耳蜗是外周听觉系统的组成部分。其核心部分为柯蒂器，是听觉转导器官，负责将来自中耳的声音信号转换为相应的神经电信号，交送大脑的中枢听觉系统接受进一步处理，最终实现听觉知觉。耳蜗的病变和多种听觉障碍密切相关。