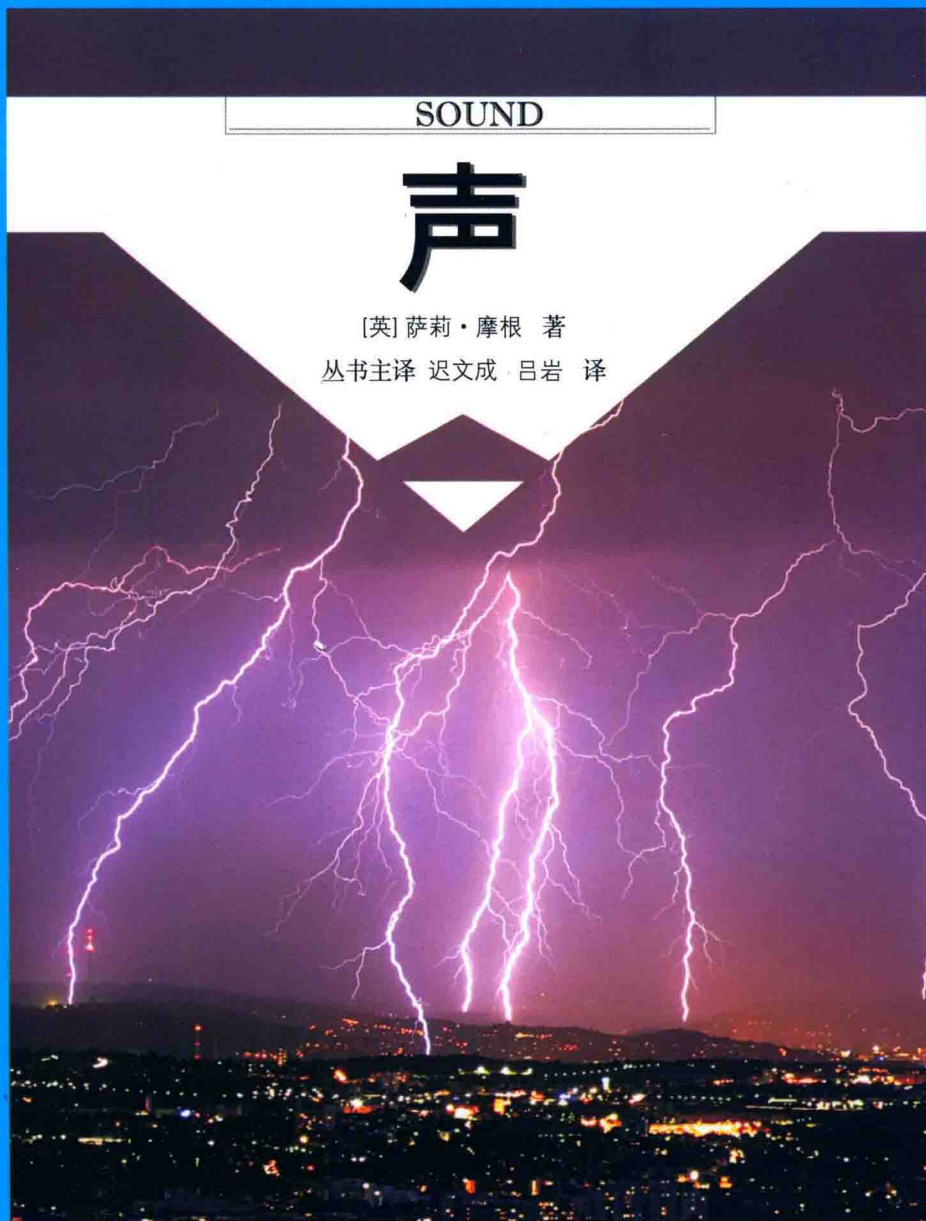


SOUND

声

[英] 萨莉·摩根 著

丛书主译 迟文成 吕岩 译

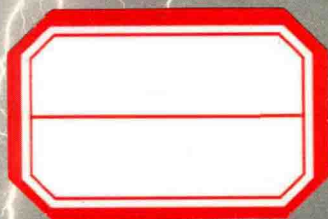


科学图书馆

深度物理

声

[英] 萨莉·摩根 著
丛书主译 迟文成 吕岩 译



上海科学技术文献出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

声 / (英) 萨莉 · 摩根著 ; 吕岩译 . — 上海 : 上海科学技术文献出版社 , 2012.3

(科学图书馆 · 深度物理)

ISBN 978-7-5439-5290-4

I . ① 声… II . ① 萨… ② 吕… III . ① 声学—青年读物②声学—少年读物 IV . ① 042-49

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2012) 027630 号

Physical Science in Depth: Sound

© 2008 Harcourt Education Ltd.

Physical Science in Depth: Sound by Sally Morgan

Under licence from Capstone Global Library Limited

Copyright in the Chinese language translation (Simplified character rights only)©

2009 Shanghai Scientific & Technological Literature Publishing House

All Rights Reserved

版权所有, 翻印必究

图字: 09-2009-434

责任编辑: 刘红焰

美术编辑: 徐 利

深度物理 · 声

[英] 萨莉 · 摩根 著 丛书主译 迟文成 吕岩 译

出版发行: 上海科学技术文献出版社

地 址: 上海市长乐路 746 号

邮政编码: 200040

经 销: 全国新华书店

印 刷: 昆山市亭林印刷有限责任公司

开 本: 740×970 1/16

印 张: 4

版 次: 2012 年 3 月第 1 版 2012 年 3 月第 1 次印刷

书 号: ISBN 978-7-5439-5290-4

定 价: 18.00 元

<http://www.sstlp.com>

主译的话·····	5
声音是什么? ·····	6
声音的实质·····	8
声音的制造·····	18
聆听声音·····	24
声音的传播·····	34
声音的测量·····	40
回声的使用·····	46
录音与传输·····	54
未来的声音·····	60



物理学作为一门重要的自然科学的基础科学,已经成为现代科学技术的中心学科之一。物理科学普及教育是青少年进入物理知识宝库的入门和启蒙,是培养学生学习物理的兴趣,并具有初步观察事物、分析问题、解决问题的能力的关键。上海科学技术文献出版社从世界著名的英国海因曼图书馆引进了这套“深度物理科学”系列丛书,以满足青少年对物理知识的渴求。

丛书共包括7册:《电与电路》、《能量》、《力与运动》、《热与冷》、《光》、《磁体与电磁》、《声》。本系列丛书以其丰富的物理知识内容和深入浅出的推进视角为当代青少年提供了一场物理科普图书的盛宴。从最基本的物理现象到物理学家的科学阐释,从基础的定理法则到关键的技术发明,丛书的每本分册都以一条非常清晰的脉络向读者讲述了这个物理学分支的基本原理和有关概念。尤其可贵的是,书中还介绍了不同历史时期的不同物理研究领域的科学先锋人物,以及在物理学史上的著名实验和重大发明。这些内容无疑为我们了解物理学的发展历程、更深刻地理解物理科学的奥秘以及学习物理学家们的科学精神提供了素材。

受上海科学技术文献出版社的委托,我组织并承担了这次翻译工作。这是一项责任重大、意义深远的工作,要求我们每位译者必须坚持科学严谨的态度和认真负责的精神,把原著的精髓不折不扣地准确地传递给中国读者。在翻译过程中,每位译者和我一样有着共同的感受:我们不仅在做着翻译工作,同时也是一个再学习的过程。这个过程既是在学习物理知识,也是在学习物理学家们的一种为人类进步忘我牺牲的博大胸怀。物理世界可谓广袤精深、乐趣无穷,希望通过这套系列丛书能够培养我国更多青少年学习物理知识的兴趣,激发他们探索未知世界的热情,为将来更好地服务于祖国建设做好准备。诚然,受译者专业知识所限,书中难免有纰漏之处,希望读者给予更多的理解和支持。

迟文成

2009年5月于沈阳

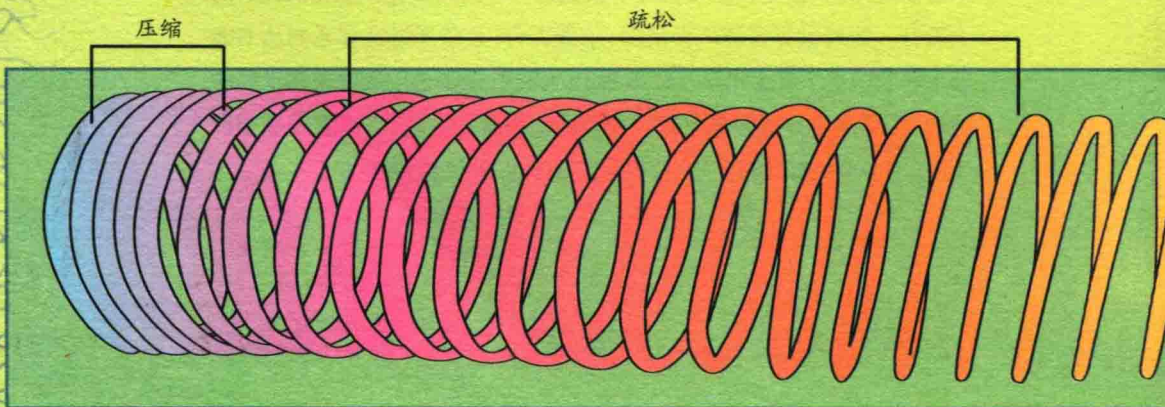
声音是什么？

声音无处不在。声音有不同的种类：树叶的沙沙声，流水声，直升机引擎的轰鸣声，还有说话声。声音告诉我们周围正在发生什么，并且使我们能彼此沟通。研究声音的科学被称为声学。

振 动

声音是一种能量。声音是由物体振动产生的。例如：敲鼓时，鼓面振动，推动周围的空气。鼓面向上时，压缩空气；鼓面向下时，空气膨胀，从而发出声音。

当物体开始振动，能量从物体传递到周围的空气粒子。空气粒子开始振动，彼此撞击，能量就从一个粒子传递到另一个粒子。这就使声音以波的形式传播出去。



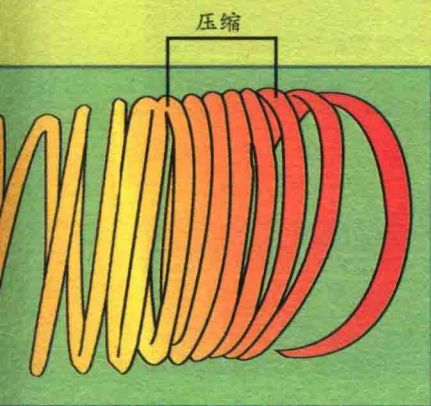


你看不到声波，然而，看看水面的波纹，你就可以想象声波是如何从振动的物体向外传播了。

移动的声波

声音以波的形式传播，声波以环形从声源发出。声波有点像池塘里的波纹，从中心不停地以圆环状向外发出。声波中的空气粒子上下移动，和声音传播的方向一致。假设一根柔软的弹簧放在桌子上。推弹簧的一端，弹簧线圈挤到一起然后又分开。这些疏密带沿着弹簧传播。这就是声音通过空气、水，或者固体传播的方式。

声音的传播需要介质，例如：气体、液体或者是固体。声音在真空（完全空的空间）中不能传播，因为声音是一种能量形式。声音要传播，就需要把能量从一个粒子转移到另一个粒子。如果没有粒子，声音就不能传播。



这根弹簧与声波相似。弹簧线圈被挤压的区域表示压缩，在声波中，压缩波的压力要大得多，这是因为粒子聚在一起。弹簧线圈伸展的区域代表了疏松，在声波中，疏松时的压力低。

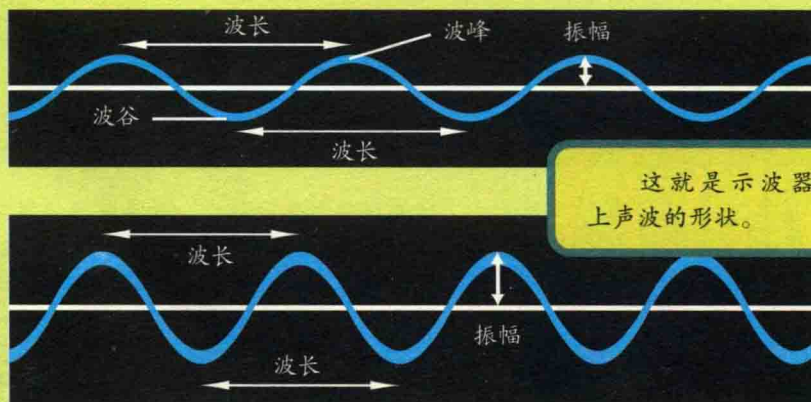
声音的实质

我们看不到声音，但是可以通过示波器来表示出声音。声波的形状不同，它取决于声音的高低，声音有多大，还有发出声音的物体。

“看到”声音

声波被称为纵波，因为它以长直线的方向传播。示波器里的话筒把声波转换成电信号，以图形的方式在显示器上显示。图形表示波的高低压区域，被称为压缩和疏松。在图中，波峰相当于压缩，而波谷相当于疏松。

研究示波器的图可以更多地了解声波。首先注意到的是声波的波长，波长就是两个波峰或者波谷之间的距离。振幅是声波高度的测量，是从波谷或者波峰到波中的距离。声音越大，振幅越大。



重要实验 感觉振动

当声波通过空气传播时,你看不到它,但是你能看到并且感觉声波的效果。感觉到声音所产生的振动很容易。取一个硬纸管,拉伸胶皮(气球),盖住硬纸管的一头,然后用橡皮筋固定好。拿着纸管,手指轻轻地接触胶皮。然后对着没有封上的一头说话,你就能感觉到胶皮的振动。

音叉撞击时,振动产生声音。如果把音叉放到一杯水中,你就会看到振动带动了水。音叉把能量传递给了水。



音 调

有许多不同的声音。我们学习识别声音的一个方式就是根据它的音调。音调用来描述声音高低。高音调的声音由振动快的物体发出。声波紧密、频繁，波长短，比如，鸟的尖叫声和婴儿的哭声。

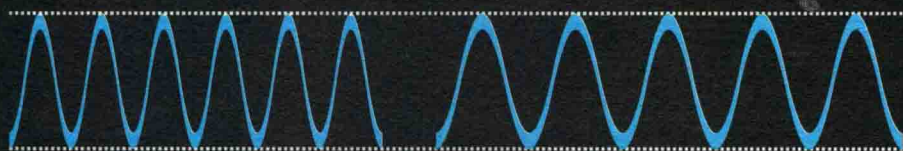
振动慢的物体发出低音调的声音，例如，轰隆隆的雷声。声波比较分散，每秒钟的声波少。低音调声波的波长要长得多。

频 率

频率用于描述物体振动的速度。频率是通过计算每秒重复信号波形的数量来测量的。振动快的物体频率高，音调高。

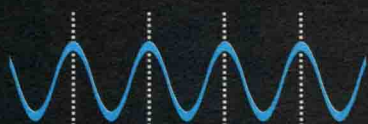
高频率的声音波长短，而低频率的声音波长要长得多。声音的频率可以通过计算显示在示波器上1秒钟中的波长数量算出来。

频率的测量单位是赫兹。1赫兹表示事件每1秒发生1次，比如，300赫兹就是指每秒300个波长。就是说这个物体每秒钟振动300次。300赫兹的声音相对来说是低频的声音。空气中的声波传播速度是一样的。高频率的声音并不意味着声波传播得更快——而表示每秒钟有更多的声波通过特定的一点。声波更紧密，而不是移动得更快。

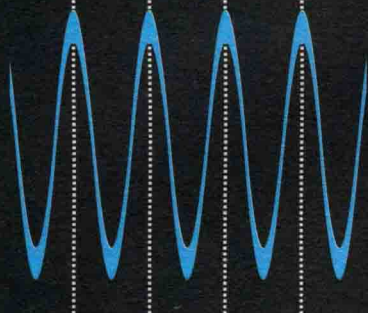


声波A

声波B



声波C



声波D

声波A比起声波B波长更短,频率更高,因此声音A比声音B音调高。两个声波的振幅一样,表明声音的大小一样(见12页)。

声波C和D的波长和频率一样。每个声音的音调一致。声波C比声波D振幅小。因此,声音C比声音D小。

重要实验 声音和声波

声音的音调取决于波长。用装着水的瓶子可以研究音调与波长的关系。需要6个大小一样的瓶子,但每一个瓶子中所装的水不一样。向水装的最多的那个瓶子口吹气。吹气使瓶子里的空气振动,发出声音。仔细听发出的声音。然后在其他的瓶口同样也吹气。你会发现装水最多因而空气最少的那个瓶子发出的声音音调最高。这是因为声波的波长最短。

响亮的和轻声的

声音可大可小。声音的大小可以表示声波所带有能量的大小。响亮的声音有更强的能量,因此带来更大的振动,从而压缩更多的粒子。在示波器上,从波峰或波谷到声波中线的垂直距离表示声音的大小。

当我们使声音更大时,我们就给声音更多的能量来使它振动得更强烈。这就叫做放大振幅。相比而言,响亮的声音有更高的波峰和更低的波谷。在第11页的图上,声波D比声波C声大。

你知道吗?

有意思的是,声音大会使人认为它影响音调的高低。响亮、高调的音符听起来似乎比轻声、同样音调的音符音调更高。同样地,低调、响亮的音符听起来甚至更低。然而,事实上,声音没有变化。

重要实验 弹拨格尺

振动越多,频率就越高,所以音符的音调越高。振动越少,频率就越低,所以音调就越低。通过尺来做一个简单的实验,就可以明白这个原理。把尺放在案子上,让尺伸出案面大约 $1/3$ 。手放在尺的一边,弹拨(轻弹)伸出案边的那部分,发出声音。现在,让尺几乎全部伸出案边后,再轻弹格尺。声音变了吗?如何变化?变化伸出案边格尺的长度,比较发出的声音。记住,伸出案子格尺的长度越长,发出声音的频率越低。看看你能不能让声音变得更大,或者更小。要想使声音更大,你就要用更大的力气,振动就会更大。

多普勒效应

如果你听到正向你开来的救护车汽笛声,或者正向你驶来的火车声,会发生奇怪的事情。声源离你越近,音调似乎越高。而离你越远,音调似乎就越低。因为发声的物体正在移动,声音似乎也在变化。声音接近,声波就被挤压在一起。这就意味着频率更高,声调更高。声音传的越远,声波在移动物体后延伸。你接收到声波的速度越慢,频率就越低,因此汽笛的音调似乎越来越低。

这种奇怪的现象被称为多普勒效应,以奥地利科学家克里斯蒂安·多普勒(Christian Doppler, 1803—1853)的名字命名。他做了很多实验,包括请了一些音乐家坐在火车上。音乐家坐在火车上,演奏乐器,同时另一个人站在铁路旁,记录下所演奏的音符。



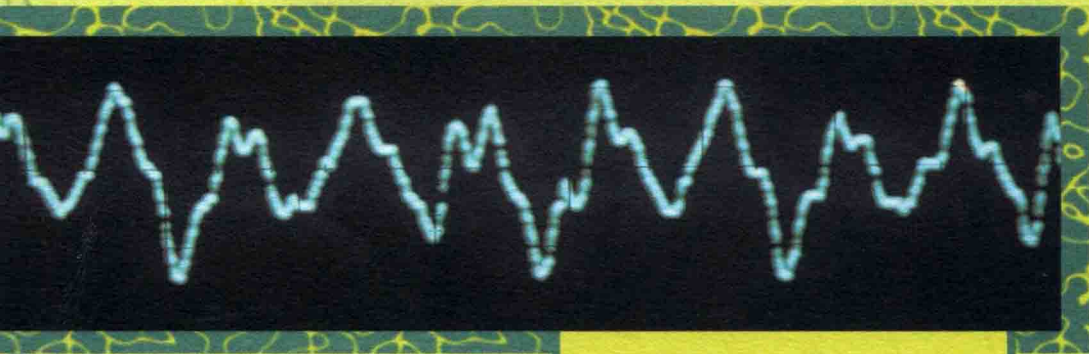
这辆正在行驶的消防车的汽笛向外发出声波。在消防车前,声波压缩,波长变短。在消防车后,声波分散,波长变长。所以,消防车经过时,你可以听出汽笛音调的变化。

音乐与音符

音乐是一种声音，这种声音被整理成具有特定音调和节奏的音符。音叉发出完美的音符，帮助音乐家给乐器调音。音叉不大，由金属制成，有两个分叉，用来发出某一频率的音符。音叉的长度和叉臂的厚度决定发出的声音，非常重要。当音叉敲击硬质表面时，叉臂振动，发出特定频率的声音，每秒钟的振动次数固定，这就是纯音。

音叉8个一组发挥用来发出音符C、D、E、F、G、A、B和C。每一个字母代表特定的音调。两个音叉发出一个C音。音调高的C音的频率是音调低的C音的两倍。音调上的这种不同叫做八度音阶。

音叉发出的音波显示在示波器上，图形均匀并且有规律，因为音叉的音是纯音。而由乐器演奏出同样的音符，得出的图就不会这么有规律。比如，小提琴发出的声波总体上会一样，但是图中会有额外的扭曲线条，这是因为乐器发出的声音更复杂。



这是显示在示波器上的小提琴发出的复杂的声波。比起发出纯音的音叉所产生的声波，这个声波不太均匀。

重要实验 音叉的研究

准备一套音叉，大小不一。你觉得哪一个音叉的音调最高呢？用这个音叉轻轻地敲击硬面，听一听声音。依次轻敲其他的音叉，听听声音，看看你是否正确。



管弦乐队中，不同的乐器一起演奏出和谐悦耳的音乐。

声音还是噪声？

乐器演奏出复杂的音符，有不同的频率。不同的频率彼此相关，因而发出和谐优美的旋律。噪声中的频率相互无关，因而听起来杂乱，使得声调不优美动听。把噪声显示在示波器的显示器上，声波不平稳，并且参差不齐。

共 振

当一个物体发声振动时,另一个物体也随之振动,这种现象称为共振。共振作用会使声音更大,持续时间更长。如果敲击物体,物体会以某种特定的频率振动并发出特定的声音,比如敲门时发出的声音。这是物体的自然频率。声音是由物体的形状和材质决定的。

物体可以比它的自然频率振动得更快或者更慢。比如说,人坐在秋千上。秋千以它的自然频率前后摆动。你可以推动秋千来给它更多的能量,秋千就会荡得更高。关键是时机。如果推秋千的时机合适,就能提供更大的能量,更容易推动秋千。如果时机不当,秋千可能慢下来,你就不得不费力气来推动秋千。找准时机就会使摆动越来越大。在音乐上,声音变得越来越大,这也是由于共振。

仅仅依靠共振原理,歌剧演唱家的歌声就可以震碎酒杯。这是因为当歌唱家唱出音符的频率和酒杯的自然频率一致,从而振动过大,使酒杯碎了。

共振在乐器的设计方面非常重要。当音乐家演奏小号时,小号内的空气产生共振(自然频率振动)。振动更强,就使得声音更大。



演奏小号时,共振必不可少。