

大 嚼科学

果壳阅读

声音能够看得见吗？

柠檬里面有电吗？

你见过海市蜃楼吗？

鸡蛋怎么才能浮起来呢？

谍战剧里的密码是怎样写成的？

这些看似简单的问题你都知道答案吗？

快到书中看一看吧！

唐云江 著

摸摸声音的形状



物理卷

明天出版社

大 嘤 科学

物理卷

唐云江 著

摸摸声音的形状

明天出版社

图书在版编目(CIP)数据

摸摸声音的形状:物理卷 / 唐云江著. — 济南:明天出版社, 2015.5
(大嚼科学)
ISBN 978-7-5332-8559-3

I. ①摸… II. ①唐… III. ①物理学—少儿读物
IV. ①04-49

中国版本图书馆CIP数据核字(2015)第079061号

大嚼科学 物理卷(摸摸声音的形状)

著者/唐云江

出版人/傅大伟

出版发行/山东出版传媒股份有限公司
明天出版社

地址/山东省济南市胜利大街39号

<http://www.sdpress.com.cn> <http://www.tomorrowpub.com>

经销/新华书店 印刷/山东鸿君杰文化发展有限公司

版次/2015年5月第1版 印次/2015年5月第1次印刷

规格/150毫米×210毫米 32开 6.625印张 110千字

印数/1-15000

ISBN 978-7-5332-8559-3 定价/20.00 元

如有印装质量问题,请与出版社联系调换。电话:(0531) 82098710

第 1 章

大声有形

[声音看得见 /3]

[声音变“触手” /8]

[唱出好声音 /14]

[耳朵上的电声变幻 /20]

第 2 章

光和影的幻象

[眼睛的故事 /26]

[眼睛中的经验主义 /31]

[眼睛被谁欺骗 /36]

[消失的硬币 /41]

[太阳光里有几多能 /47]

[瑞利的天空 /53]

[气体的色彩 /59]

[海市蜃楼 /65]

[双眼看到立体世界 /71]

[透过小孔看世界 /77]

第3章

无处不在的电

[无处不在的电 /84]

[“阿凡达水母”在空中飞 /90]

[擦出来的电 /96]

[让电流动起来 /100]

[柠檬里有电能吗 /106]

第4章

力不可挡

[运动中的阻力 /116]

[运动中的摩擦力 /123]

[雨的交响 /128]

[小实验，大学问 /133]

[漂浮小魔术 /140]

[飞机为什么会飞上天 /145]

[沉浮的鸡蛋 /151]

第5章

家门口的物和理

[纸包不住水 /158]

[学做小侦探 /163]

[新年到，放鞭炮 /168]

[天干物燥，小心火烛 /174]

[水也会开花 /180]

[神奇的大脑 /185]

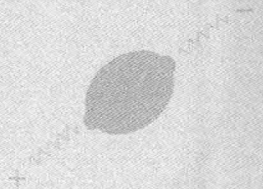
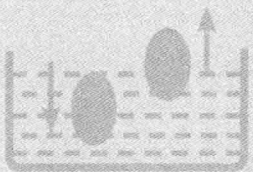
[棋逢对手，乐在棋中 /190]

[可持续能源 /194]

[地球需要我们呵护 /200]

第 | 章

大声有形





声音看得见

人们接受外部信息的主要途径之一是听觉。听声可以辨物，闻声可以辨人，尤其是人们相互交流所使用的语言，主要是靠声音传递的。如果我们的耳朵，或者其他跟听觉有关的器官出现障碍，人就会生活在无声的世界里。尽管如美国盲聋女作家海伦·凯勒这样的人通过训练可以用手读出唇语，但美妙的音乐不靠耳朵是无法享受的。那么声音是什么，我们又是如何感受到声音的呢？

声音是运动

人们很早就注意到声音现象，嗓子颤抖发出声音，拨弄弦丝也会发出声音，因此人们认为声音是由物体运动产生的。早在亚里士多德时代，人们就相信声音由空气传播，从而引起人的听觉。但是直到近代人们才通过实验证明，水甚至固体都能传播声音，而真空不能传播声音。

风声、雨声、说话声对人来说也许太平常了，美妙的音乐很早就成为人们研究的对象。古希腊时，毕达哥拉斯、亚里士多德等学者都对声音进行过研究。比如亚里士多德就认为，高音调的声音传播得速度快，低音调的传播得慢。最早注意到音调与振动次数关系的是意大利物理学家伽利略（Galileo Galilei, 1564—1642），他受到摆的振荡规律的启发，通过实验证明，振动的频率决定音调，在相同的时间内，低音振动次数少，高音振动次数多，并给出了振动频率与音律的比例关系。



声音的“形状”

19 世纪末以前，接收声音的“仪器”还只是人的耳朵。所以，最早被人类认识和研究的只是人耳能听到的可听声，即频率在 $20 \sim 20000\text{Hz}$ (赫兹) 的声波。到了 20 世纪，随着电子学的发展，电声换能器出现了，它可以产生、接收和利用任何频率、任何波形、几乎任何强度的声波，这样，人类通过电子设备也可以“看”到声波了，而且不仅可以“看”到耳朵听到的可听声波，还可以“看”到高于 20000 赫兹的超声波和低于 20 赫兹的次声波。

实际上，声音是由发声源，比如琴弦、簧片、喇叭等发出振动，或者如哨、笛等扰动流体产生运动，带动周围的介质振动，从而使振动向外传播的。介质中的每个质点只在自己的平衡位置附近扰动，而传播出去的是声源的能量。声波也可以说是声源的能量变为了在物质介质中传播的机械能，所以也称机械辐射。在气体和液体中，由于没有“拉扯”的切变力（即与传播方向垂直的力），只有“推推挤挤”的压力，因而介质只有稀疏和稠密的变化。这种质点振动方向与波的传播方向一致的波，称为“纵波”。在固体中由于存在切变力，振动还会以“横波”的方式传播。具有类似性质的振动，如地震、风暴、爆炸产生的纵波等都可以称为声波，只是这些声波振动的频率较低，耳朵听不到，称为次声波。

眼睛能看见声音吗

人的眼睛一般是看不见声波的，这是因为传播声波的介质质点振幅都很微小，比如人耳可感知的最低说话的声压为 $10 \sim 20$ 微帕，相应空气质点的振动幅度也就是气体分子直径的大小。哪怕大声说话，空气中质点的振幅也只有几十纳米。我们看得见的水波是沿水平方向传播的，尽管它也是通过质点的扰动向外传播能量，但本质上是在重力和表面张力的作用下形成的波，一般称为重力波（或特定条件下为表面张力波）。虽然水波就像抖动一根绳子一样非常直观形象，经常被用来解说波的性质，但一般并不把它归入声波，这是因为二者的传播机制有所不同，水波只是一种平面波。

声音在水中可以传播，传播速度比在空气中快很多，空气中声速约为 340m/s （米/秒），在海水中可达 1500m/s 。声波也是唯一能够在水中远距离传播的波。在海洋中，一般光只能传播几十米，而声波却能传播几千千米。正是利用声波的这种性质，人们发明了声纳这种水下“千里眼”。

但是有一点比较可惜，我们发出的声音只能在地球范围内传播，出了大气层就是真空了，任何声音都会被阻断。所以在地球上，用声音只能探测一定范围内的事物，通过光却可以探知遥远的宇宙星辰。

非常问



马赫数是什么？

在高速飞行领域（如超音速飞机、导弹等），经常使用马赫数来表示飞行器的速度。1马赫就是1倍音速。有了m/s（米/秒）、km/h（千米/小时）这样的速度单位，为什么还要使用马赫数呢？

飞行器在飞行时会发出声音，而声音在空气中的传播速度是一定的。当飞行器的速度追上声音的速度时，前方像遇到一堵“软墙”，声音将被“挤压”在一起，产生很大的压力，这就是声障。声障对飞行器是个考验，当飞行器突破这堵墙时，就会产生爆响，也就是声爆。声爆的出现，意味着飞行器已经把声音甩在后边了，因此飞行器高速飞行时，用马赫数更能体现出这时的飞行状态。

马赫数的值并不是固定的。在空气中，音速不是固定的，其大小随温度变化比较明显（与密度也有关系），音速在高空与在地面就不同，马赫数代表的速度自然也是不同的，但是飞行器突破声障时所发生的物理现象是基本相同的。

声音变“触手”

我们去医院体检的时候，经常会碰到一个特殊的项目——B超。它的全称是B形超声波检查。通过一个发出超声波的探头，医生就可以了解我们体内脏器的形态大小，甚至健康情况，这是如何做到的呢？

波波不同的声和光

广义的声音是由发声源（振动源），带动周围的介质振动，从而使振动向外传播，形成所谓的机械辐射。这种辐射与光辐射最大的不同在于，它必须依赖于介质，没有介质的地方，机械辐射就停止了，声音也就不能传播了。而光辐射不必依赖于介质，可以到达几乎任何地方。声波是机械能的扩散，光是电磁场能的传播。但二者都是波，因而有很多相同之处。

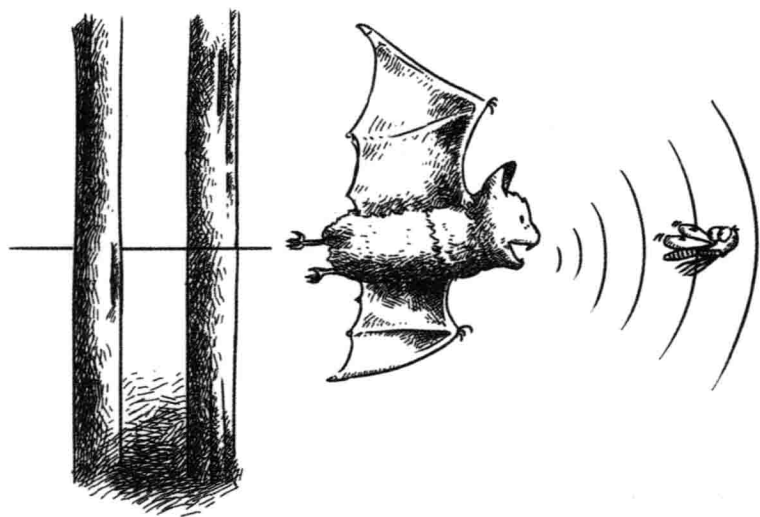
从本质上来说，两种波都是与我们生活关系最密切的电磁力作用的结果。声源的振动带动介质中的每个质点（一般是分

子或原子) 在自己的平衡位置附近振动, “推挤” 或 “拉扯” 相邻的质点, 使得相邻的质点随之振动, 这种力的本质是分子或原子之间的弹性力, 归根到底是电磁作用力。而光波是电荷振动的结果, 是直接的电磁作用在空间的延伸。尽管二者发生的机理不完全相同, 但既然都是波, 就都具有波动的各种特性, 例如, 反射、折射、绕射、干涉等。

声探物体的“内心”

正是由于声波的这些性质, 人们可以像利用光一样利用声波来探测我们周围的世界。光与声在很多情况下是互补的, 在所有介质中, 声波都可以畅行无阻, 而光波在有些介质中却无法通过; 声波无法通过真空, 而光波在真空中却畅行无阻。一般情况下, 光波在介质的界面反射到我们的眼睛里, 我们才能看到物体, 没有光源, 我们就看不到物体; 同样的道理, 声波在介质的界面反射, 我们才能探测到物体, 没有声源我们也无法用声波探知物体。在水下, 由于光的传播受限, 眼睛看不了多远的距离, 但用声音却能 “看” 到上千千米外的物体。

其实, 有些动物 (如蝙蝠) 就是利用超声波 “看” 物体, 它们通过声音能够 “看” 到前方的障碍, 也能 “看” 到食物在哪里。在很多情况下, 尤其是在物体的内部, 光学探测会受到限制, 比如我们的眼睛就无法看透物体。虽然用光学仪器看不



到地球内部，但我们可以利用声波“看”到地球内部的结构，也可以利用声波研究物体内部的结构，如超声波探伤。医院的超声波检查，即B超，就是应用声波探测的原理，有时能比光学仪器“看”得更精确。

声波的种种性质其实在生活中随处可见。比如我们在空旷的房间中发出响声，就会听到对面传来的回声。经常有人在大山里放声大喊，倾听连绵不绝的回声，觉得很新奇，其实这就是声音反射最明显的例子。根据回声的时间我们就可以计算出反射声音的物体离我们有多远，这就是以声探物的基本原理。古人很早就利用声的反射建造了回音廊、回音壁等建筑，体验回声的奥妙，也在室内利用吸音的方法消除回音带来的麻烦。

听声辨物

声波具有反射和折射等性质，因此与光一样也能被汇聚。用凸透镜可以把光汇聚起来，同样如果用不同密度的介质做一个透镜，也可以把声波聚集起来。这是因为介质密度不同，声音传播的速度就不同，因此产生的反射角与折射角也不同。光在凹面镜上发生反射可以汇聚，自然界最常见的也是通过反射来聚集声音。动物经过亿万年的进化长出了耳朵，可以更好地听到声音。耳朵的主要功能就是通过耳廓的反射，把声音聚集起来，以便听清周围的动静，预警可能的危险。人的耳朵比起有些动物显得稍小，所以我们常见人们用手围在耳廓上，增强耳廓的功能，以便能听到远方微弱的声音。在科技馆，一般都可以看到一种形状像射电望远镜、呈抛物线状的聚声装置，它的镜面非常光滑，有利于声波的反射。在均匀介质中声波的传播是有方向性的，从远处传来的声音，经镜面反射汇聚到焦点，耳朵在焦点处就可听到远处传来的非常微弱的声音。同理，在焦点处发出声音会被镜面反射为平行声波，声音强度和方向性都会更强，广播喇叭就有这样的功能，有机会大家不妨去科学馆感受一下。

有句成语叫“绕梁三日”，形容美妙动听的声音。其典故出自《列子·汤问》，大意是在战国时期，一位叫韩娥的女子