

SCIENCE ACTIVITIES

科学实验活动丛书

(美) 克里斯·伍德福德 著

声音与听觉



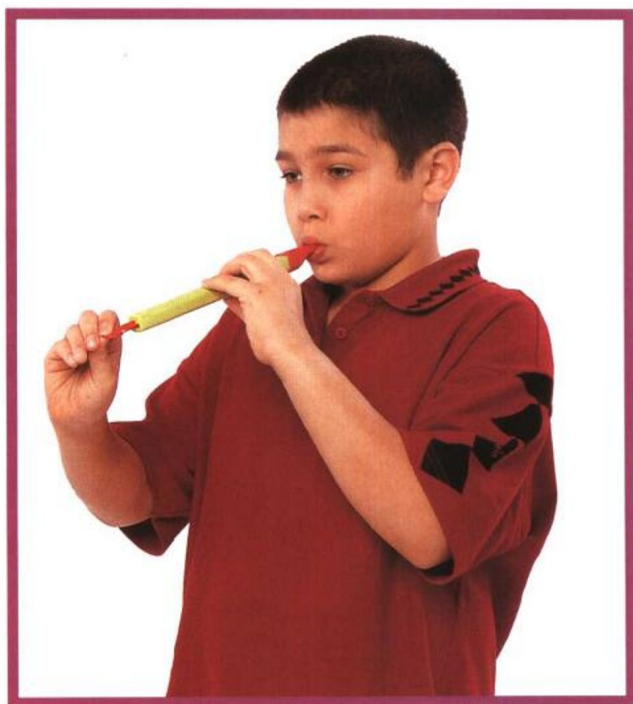
辽海出版社

科学实验活动丛书

声音与听觉

第八册

(美) 克里斯·伍德福德 著 于开颜 译



辽海出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

科学活动. 8, 声音与听觉 / (美) 伍德福德著; 于开颜译.
— 沈阳: 辽海出版社, 2003. 2
ISBN 7-80669-513-3

I. 科… II. ①伍… ②于… III. ①科学实验—小学—
教学参考资料 ②声学—小学—教学参考资料
IV. G624. 63

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2002) 第 094909 号

Science Activities (10 Volume set) Set ISBN 0-7172-5608-1
Sound and Hearing by Chris Woodford Vol ISBN 0-7172-5616-2
Copyright©2002 by Brown Partworks Limited
Chinese translation published by Liaohai Publishing House
Published by arrangement with The Brown Reference Group plc
All rights reserved

本书中文简体字版由英国 The Brown Reference Group
plc 授权辽海出版社独家出版。未经出版者书面许可, 不得以
任何方式复制或抄袭本书的任何部分。

责任编辑: 刘永淳
美术编辑: 谭成荫
责任校对: 金丹艳

出版者: 辽海出版社
地址: 沈阳市和平区十一纬路 25 号
邮编: 110003
电话: 024—23284478
http: //www.lhph.com.cn

印刷者: 辽宁美术印刷厂
发行者: 辽海出版社

幅面尺寸: 215mm × 280mm
印 张: 4
字 数: 45 千字

出版时间: 2003 年 2 月第 1 版
印刷时间: 2003 年 2 月第 1 次印刷
印 数: 1 ~ 5 000
定 价: 16.00 元

丛 书 简 介

这套科学实验活动丛书, 给孩子们一个机会来使用职业科学家用以解决问题的方法, 去探索科学世界中一些引人入胜的题目。这套丛书强调计划实验, 要求以一种严格的方式进行操作以便顺利地完一项实验, 并通过记录实验各个阶段的情况以及组织并分析实验数据以得出结论。向未来的科学家们介绍了科学的工作方法。读者将有机会亲自动手去做这些新颖而振奋人心的实验, 从而以各种方式学会记录和分析自己的实验和结果的方法。

这套科学实验活动丛书的每一册都包含 10 个主要实验, 每个实验还有补充活动, 用以鼓励读者去发现有关这个题目更多的东西。这些活动都是通过详细的引导和分析加以解释和展开的。每个活动都附有彩色的演示照片和许多说明每个题目细节的图片和插图。

通过在科学方法指导下所做的这些有乐趣又有教益的实验, 能够使每个阅读这套丛书的人获得职业科学家如何从事他们工作的一种感觉, 但最重要的还是从中所得到的乐趣。

目 录

声音与听觉 第八册

导言	4
实验活动一	声波 6
	跳跃的波 8
实验活动二	无处不在的声音 12
	确定声音的位置 14
实验活动三	声音的速度 18
	测量声音 20
实验活动四	共振频率 24
	音叉 26
实验活动五	运行的声音 29
	穿过气球的声音 30
实验活动六	弦乐声 34
	制作弦乐器 36
实验活动七	开管乐器里的波 40
	吸管乐器 42
实验活动八	节奏音 45
	一起吹哨子 46
实验活动九	隔音 50
	消音 52
实验活动十	多普勒效应 56
	制作吼板 58
术语注释	62
丛书索引	64

导 言

声音由空气中的振动产生。

从蝴蝶鼓翼到飞机起飞，每当某种东西运动的时候，都能发出声音。

大千世界充斥着千奇百怪的声音，撞击着我们的耳骨。



声音无处不在。它能让我们与其他人远距离交流，演奏美妙的音乐供他人欣赏，共享欢乐，也能让我们觉察到危险并且迅速做出反应。许多动物也能利用声音。鸟儿鸣叫吸引配偶；蝙蝠利用被称为超声波的尖叫声（高于人类能听到的频率）四处飞行；鲸能够利用被称为次声波的低频叫声（低于人类能听到的频率）横跨数英里相互交流。

声音的原理

物体的振动（快速地前后移动）能发出声音。说话或唱歌的时候，将手轻轻地放在喉咙上，你会感到声带的振动，正是这些振动让你发出了声音。

当你拨动琴弦的时候，也会发出声音。琴弦快速地来回振动，奏出美妙的音符。

丛林狼以嚎叫的方式与同伴传递信息。与其它绝大多数动物一样，丛林狼能发出不同音域的声音，声音不同含义也不同。

人们唱歌或弹奏吉他，声音从音源传入你的耳朵。声音是一种能量，它能在空气中以一种肉眼看不见的波的形式从一个地方传播到另一个地方，有点像翻滚的海浪。设想一个人在房间里的另一端弹奏吉他，声波像海浪一样通过空气传入你的耳朵。

吉他的声波被你的耳朵收集，然后转换成你的大脑能够理解的信息。有两只耳朵意味着你的大脑能够推测出声音的方向并且准确地确定声源。有些动物，如兔子，能够竖起并转动它们的耳朵，更为准确地确定声音发出的位置。另外像狗等一些动物，对于人类听不到的声音则很敏感。

探索声音

本书中的十项实验活动有助于你自己去探索声音到底是怎么回事。你将了解声波、声波的运行原理、声波的各种传播方式以及形形色色的声波是怎样形成的。

每项活动均需做一个实验，目的是探索世界为什么会这样。人们关于世界的许多认识都是运用科学方法发现的，科学家通过观察（看、听或仔细的测量）来试图理解某个事物。当科学家们认为他们对事物运行的规律有了某种观点的时候，就叫理论。科学家们一旦形成了理论，便设计出各种实验验证他们的理论正确与否。他们不断修改理论直到这项理论能够解释他们所有实验的结果为止。



像悉尼歌剧院（上）这样的音乐厅，不但设计得十分漂亮，其声波反射也能产生极佳的声音效果。

几点有益的科学指导

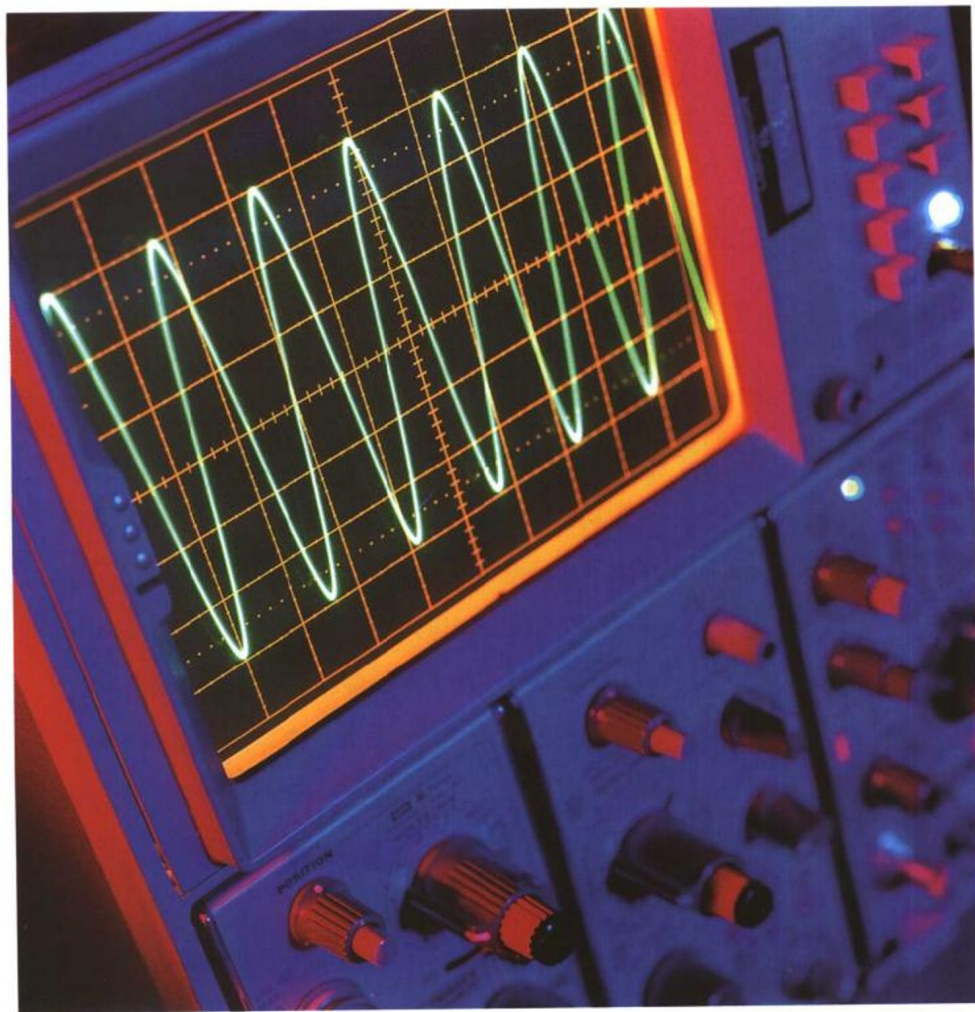
科学不仅是一种事实的搜集工作，而且也是科学家用于搜集信息的过程。遵循这里给出的几点有益的科学指导，从而从每个实验中都能得到最大的收获。

- 每个实验做一次以上，这样可以避免偏离结果的偶然错误。一个实验做的次数越多就越容易发现实验结果是否正确。
- 要确定如何记录你的实验结果。你可以使用各种不同的方法，诸如：描述法、图解法、表格法、图表法以及曲线法。要选择使你的结果容易阅读和理解的表达方法。
- 要保证做到边进行实验边记录实验结果。如果出现一个结果明显不同于其他结果的情形，那可能是由于实验出现了问题，应该立即进行调整。
- 把实验结果绘制成一个曲线图是大有益处的，因为它有助于你填补实验中的空白。例如，设想你沿着图表的底线画出时间间隔，侧面向上逐次标出温度。如果测量温度10次，你就能在图表上画出10个点，用直尺将所有的点连接起来。取线上的任何一点，并从图表的两侧读出那一点的时间和温度，就可以评价每两点之间或每两次测量之间所发生的变化。
- 从错误中得到经验。科学上一些激动人心的发现来自于意想不到的结果。如果实验结果与预测不一致，要试着弄清是什么原因。
- 在实验过程中或者在实验准备过程中，你都要始终保持小心谨慎，不管这项实验有没有危险，在开始实验之前，你一定要了解实验的安全规则。
- 在没有告诉成年人你打算做什么之前，切不可开始进行实验。

实验活动一

声波

人们听到的绝大部分声音都是经过空气以波的形式传播的。然而，声音也通过液体或固体传播，甚至当你在游泳池或浴缸的水下时，仍然能听见声音。



■ 示波器是一种用于“看”声波的仪器。它绘制的声波图能让我们看到声波的状态。波线愈高，表明声音愈大。

出后经过什么都没有的空间传入你的耳朵。事实上，电视的声音是房间里的空气传播的。空气是看不见的，但是如果将空气染上颜色使它显示出来，就能看到声波像海浪一样在空气中运行。空气微粒总是来回跳跃，将声音能量从电视那儿送到你的耳畔。如果你将起居室中的空气全部抽掉，电视的声音会神秘地消失。没有空气的房间就会失去传播声音的媒介。声音不能在真空的空间中运行，声音必须借助某种媒介传播。

海浪能够在水面上运动是因为在水中形成了波浪能够运动的路径，就像高速公路是汽车的路径一样。没有了这个路径就没有传递波浪的东西，波浪也就不能向前运动。声波也同样需要传播的路径，即任何声波能够穿过的物质。这种物质通常被称为媒介，它可能是空气也可能是铁等许多东西。

看电视的时候，你也许认为声音是从电视那里发

两种类型的波

尽管声波与水波很相似，它们却有着一个重要的差异。海洋中的能量借助不同水域依次上下移动传递，就像棒球露天体育场中狂热的观众形成的人群波浪，海洋中的不同水域好像“站起来”又“坐下”。而

且像体育场中的“人浪”，不向左或右移动，海洋中的水也不是从一个地点移动到另一个地点——它只是上下移动。这种水波称做横波。横波中单个粒子的振动方向与波的传播方向相互垂直。以此方式，体育场中的观众“人浪”站立然后再坐下，“人浪”便由左向右或由右向左地向前移动。

声波则不同。假如你能看到声波，它们看起来像拖着一长列车厢的火车头倒车的情形，当火车头撞向第一辆车厢的时候，它推动这辆车厢的缓冲器，把它压缩（挤压）一下，然后这辆车厢开始移动，又推动第二辆车厢的缓冲器。第二辆车厢开始移向第三辆车厢，但是第一辆车厢同样会向火车头方向反弹一下。如果你仔细观察，会发现能量是如何沿着车厢运行的，一些车厢向火车头方向移动，同时，另一些车厢却向相反方向移动。一些车厢之间的连接器看起来好



■ 体育场里的“人浪”是横波——很像海洋波浪。当观众上下移动时，在体育场的看台上便形成了移动的“人浪”。

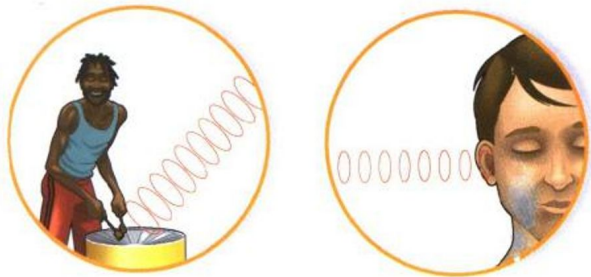
像被抻开，而另一些车厢之间的连接器好像被压缩。以这种方式运行的能量被称为纵波或压缩波。

压缩波的另一个例子就是声波。但它不是被火车头或车厢传递，声波是在空气微粒前后撞击中被传播的。当声音以压缩波的形式向前传播时，单个的空气微粒按声波方向前后移动。

声音运动

当声波在空气中传播时，声波推动它前面的空气分子。这些空气微粒撞向更多的微粒，同时以持续波的形式向前推动它们。当声波到达你的耳朵时，听到的就是声音。

经过一段时间，声波将失去能量，声波变小，并且最终变弱消失。这就是为什么听不见遥远的声音的缘故。



“看”声音

人们看不到在空气中传播的声音，但我们能以其它的方式研究声音。当物体振动的时候便产生声音，但是声音也能使物体振动，这是一种“看”声音的方式。比如，当歌剧演员演唱的时候，歌声有时也能使酒杯振动并且“唱歌”。另一种“看”声音的方式是使用一种叫做示波器的科学仪器。它是一种电子仪器，能在一个小荧屏上描绘声波曲线图。在下面的试验中，你将亲手制作一个“看”声波的仪器。

跳跃的波

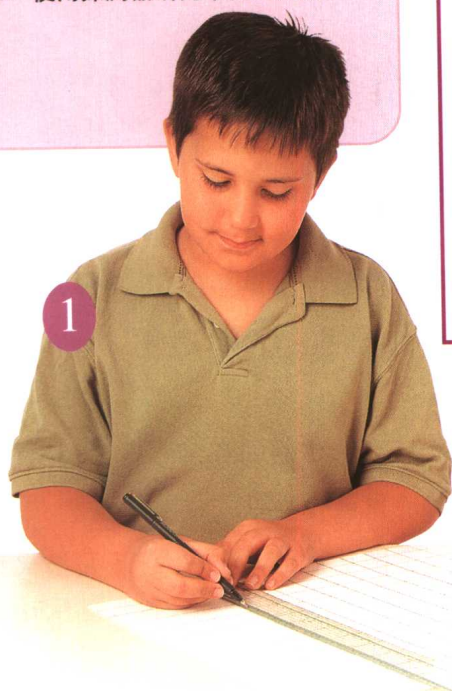
实验活动

目的

1. 制作一个声音探测器。
2. 使用探测器研究不同的声波。

你需要的用具和材料

- 白薄纸板
- 钢笔和铅笔
- 格尺
- 气球
- 两端空的大罐头盒
- 橡皮筋
- 小镜子
- 手电筒
- 胶布

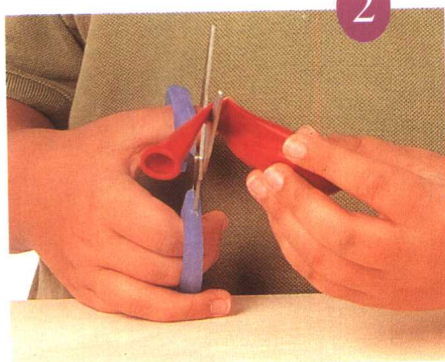


罗勃特·波义耳

爱尔兰化学家罗勃特·波义耳 (Robert Boyle 1627 — 1691) 是第一个发现声音需要经过媒介传播的人。他把一个闹钟放进一个大口瓶内, 然后慢慢把空气排出, 当把空气抽净后, 波义耳发现他听不到闹钟的声音了。

- 1 用格尺在白纸板上画网格, 每一格的边应该是2英寸(5厘米)长。整个纸板都要画满格。

- 2 剪掉气球尾端, 剩下一大块气球片。



- 3 仔细地将罐头盒锋利的边粘上胶布, 将气球铺开绷在盒的一端, 并用橡皮筋固定好。



4 用胶布将镜子粘到气球上。

5 将带格的纸板靠在一摞书旁，直立在桌子上。将罐头盒和手电筒放在桌子上，手电筒的光照在镜子上再反射到纸板上。



6



8

9 测量最初的灯光标记与你每一次拍手后灯光标记之距离。把灯光跳跃的不同距离进行比较。



9

你可能遇到的问题

如果我看不到光束移动怎么办？

移动手电筒让光更直接地照射到镜子上，并且关掉房间里的灯，使房间更暗。

你也可以利用黑纸板，并且用白胶布在纸板上粘格子。最简单的方式是制造一个更大的声音。

6 在手电光束照到的格子上做个标记。

7 在你注视纸板的同时，将双手举到离罐头盒2英尺(60厘米)远的地方，拍一下手。光束能移动多远呢？在光束移动到的格子上做个标记。

8 现在，在离罐头盒6英寸(7.5厘米)处拍一下手后，在光束移动到的格子上做个标记。

实验活动拓展

跳跃的波



做 过拍手实验后，你也可以用强、

弱声音多次重复此项实验

验。如击鼓或敲击锅盖(右)，比较光束移动的距离。你也可以用唱歌或说话的形式做此项实验。唱歌时，与罐头盒保持先近后远的距离，然后绘制一张结果表，显示每一次实验光束移动的距离。表的上方为弱音结果，表的下方为强音结果。也可以将结果用柱形图表示。使用纵轴(y)表示灯光移动到的方格的数量，使用水平轴(x)表示不同的声音。你会发现随着声音的增大，纵轴也增高。强音与弱音相比，能使灯光移动的距离更大——因为强音的能量更大。

螺旋软簧上的波

尽管你看不见空气中的声波，但使用螺旋软簧可以看见横波(上下移动)和压缩波(前后移动)。



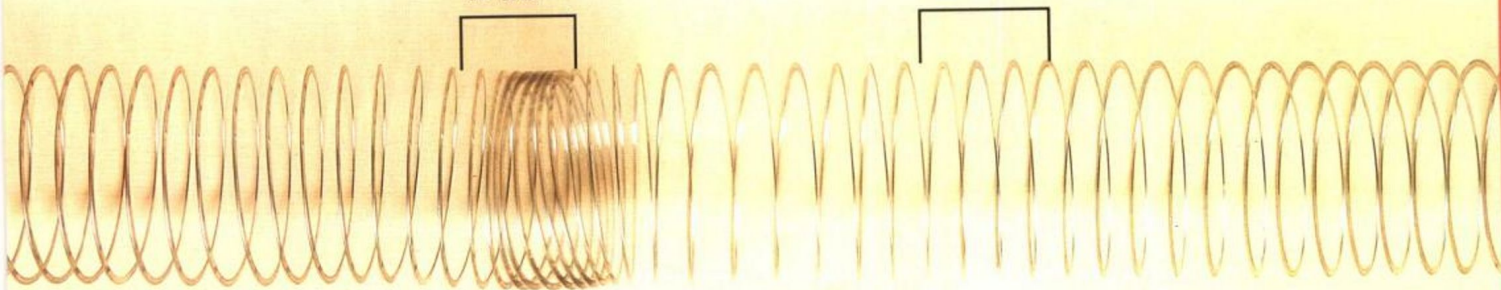
选择一块平整的空地，最好是运动场。固定软簧的一端，或者让一个人握住这一端，然后你抓住软簧的另一端，拉直它。上下晃动一下软簧，横波将沿着软簧飞速通过。请注意，横波是按着与你手移动垂直的方向向前移动的。接着你向前突然用力推动软簧，压缩波

(软簧被压缩的部分)便沿着软簧向前移动。试着用力或轻推软簧，注意观察压缩波的变化过程。

通过推动被拉长的软簧的一端，能了解声波的运动方式。

压缩波

压缩波的两端软簧被拉长



分析 声波

当你在罐头盒附近发出声响的时候——不论拍手、击打锅盖或唱歌——声音将以压缩波的形式从发声处向外传播。声音能量使空气中的单个微粒撞击另一个微粒，微粒在移动中传递能量，这就是声源向外扩散的声波。当其中的一个声波碰到橡胶气球的时候，橡胶借助拉长和轻微的移动吸收一些声音能量。当气球拉伸时，镜子也移动。这些移动几乎很难用肉眼看到，因此，用手电筒的光照射镜子以便更容易地看到它的移动。

如果声音强一些，能产生更大的声音能量。空气中的微粒以更强的力撞击另一个微粒，传递更大的能量。当它们撞向声音探测器的时候，这些能量波以更强的冲力撞向橡胶气球，并且使它拉得更长。镜子也随之被移动，从而推动光束越过更多的格子。

声音探测器与人的耳鼓膜很相似。耳朵内部有薄的组织，声波撞击这个组织，使它摆动，耳道里的神经截获这个摆动，并且将信号传递到大脑，大脑把信号解释为声音。

鞭子的响声

鞭子以波的形式移动，鞭梢被沿着鞭子移动的波所推动，从而产生了冲击波——鞭梢推动的空气中的波。

如果鞭梢运行的速度比鞭子产生的声波运行的速度快，我们就能听见响亮的鞭响。响声意味着鞭梢到达了比音速运行更快的那个点。当鞭梢突破冲击波——音障——压力突然释放便产生了劈啪声响，这种声音被称做声震。

当鞭梢突破冲击波时，压力的变化很微小——与电梯落地时你所感到的压力变化相似。但因为这种变化是在瞬间发生的，人们便听见声震。

鞭子事实上是人类制造的第一个超过音速的物体。步枪声同样是由子弹冲破音障产生的。



蒸发取盐

目的

1. 检验物质在水中的溶解度。
2. 用溶解和蒸发的方法分离盐和沙子。

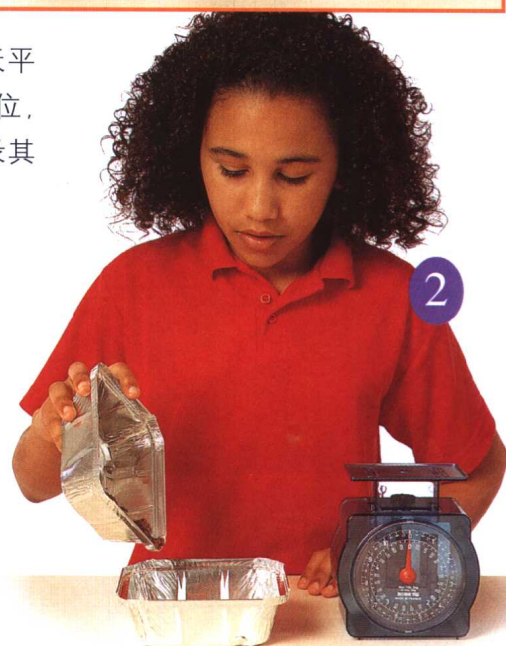
你需要的用具和材料

- 天平
- 2个耐热盘
- 汤匙
- 盐
- 沙子
- 量杯
- 水
- 烤箱
- 笔记本
- 铅笔

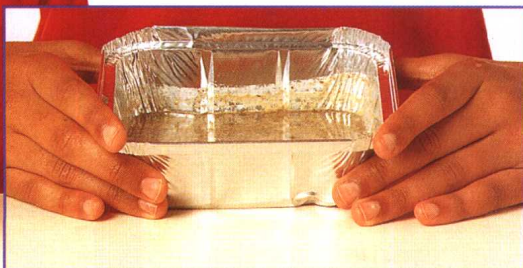


1 将一个耐热盘放在天平上，并将天平调至零位，取一匙盐倒入盘中，并记录其重量。

2 重复步骤1，加入一匙沙子，然后往里面加些盐。



3 在成人帮助下，烧些开水。然后取两杯开水倒入盐和沙子的混合物中。不停地搅拌，盐全部溶解后将其放置一边，直至沙子沉积到盘子底部。



安全提示

请大人帮你烧开水，并将其倒入量杯，然后要小心翼翼地将热水倒入耐热盘中。

和激光唱盘里, 音响工程师再造声音, 并致力于让声音从我们的四周发出来, 就像在真实的生活一样。美国发明家托马斯·爱迪生是人类第一位录制声音并且将声音重新播放出来的人。1877年爱迪生在锡箔留声机上播放了一首歌曲《玛丽有一只小羔羊》, 此后录音的质量变得越来越好。

单声道和立体声



小收音机里只安装一个扬声器, 叫单声道 (monophonic), 发出的声音单调平板。Mono 的意思是“一”, Phonic 的意思是“听”, 所以 monophonic 的意思是“单道听音”, 即听单个扬声器发出的声音。

更复杂的收音机, 如高保真收音机和便携式立体声音响, 均有两个扬声器或一副耳机, 它们叫立体声。两个扬声器放送的声音有些不同, 每只耳朵接收不同的声音“图”。如果你有一台便携式立体声音响, 试听一首歌, 然后把两个耳机的



位置对换, 这时, 歌曲听起来会有不同的感觉——来自右侧的声音或乐器会转向左侧。当你的大脑听到立体声的时候, 大脑会构造一幅三维声音图。立体声音响能创造出音乐厅里的音响效果, 你感觉就好像坐在你最喜爱的乐队前倾听他们的演奏一样!

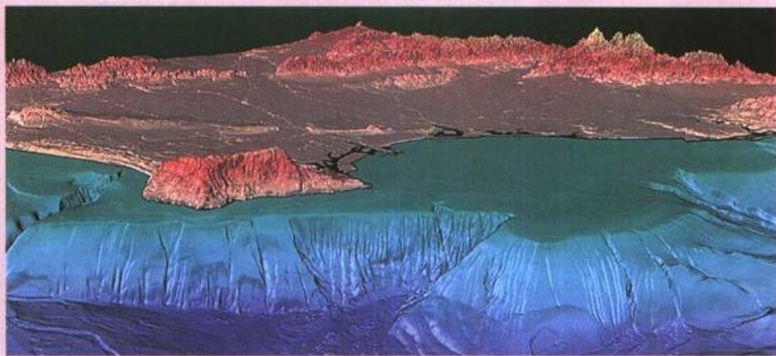
用声音“看”

当人们的眼睛无能为力时, 声音提供了一个有效的“看”东西的方式。有时在能见度很差的条件下, 轮船使用雾喇叭帮助船避开危险的海岸线。船长吹响雾喇叭, 然后倾听从悬崖峭壁反弹回来的回音。回音的方向以及声音返回需要的时间能帮助大体确定船和海岸之间的位置关系。蝙蝠在夜里飞行时也是靠听回声

判断飞行路线 (见17页图)。人类的耳朵不如蝙蝠的耳朵敏感, 但是它们仍然善于确定声音的来源。在下面的实验活动中, 你可以制作一个简易的声音定位器, 并且将它和你的耳朵做对比。

用声纳看

在海水中光的传播速度不快, 因此船只和潜艇使用声音仪器“观察”海洋。例如, 捕鱼的拖网渔船使用一种叫声纳的仪器推测鱼群的位置, 甚至能辨别鱼群的种类。Sonar (声纳)



的名称取自 Sound Navigation And Ranging (声音导航和测定距离)。声纳也用于测量海

洋深度和绘制海底图 (见下图)。声纳靠发出声音并且测量声音碰到障碍物之后反弹回来所需的时间来计

算距离。声纳于1915年被发明, 早期的声纳用于帮助海上航行船只躲避冰山。声纳的发明是在泰坦尼克号于1912年撞到冰山沉入大西洋洋底之

后, 而在那一次沉船事故中有1,515人死亡。

实验活动拓展

蒸发取盐



将

不同的材料放在一起制成混合物

并重复以上的实验，所

选材料中一种可溶于水，另外一种不溶于水，你可以用糖与沙子或盐与沙砾。注意选择的固体必须耐热，并且确保用同样的方法进行实验，看实验结果是否与预期的一样。

在加热材料或使用热水时须经大人许可后，方能进行。

用一个表格记录下开始与结束时混合物不同组成成分（沙子、糖、

盐）的重量。表格左侧列出成分的名称，上面列出“实验前”、“实验后”。这个表格有利于你看清实验结果并进行比较。

现在，做另外一个实验。在实验活动一（见8~9页）中，你已经知道在烧杯中加入盐可以全部溶解的最大量。制作一杯盐与水的混合物，敞开烧杯口，在室内放几天，并记下水从溶液中蒸发掉的速度。

你能使水蒸发得更快吗？



分析

分离混合物

在这一实验活动中，你将沙子和盐两种固体搅拌在一起制成混合物。当你向混合物中加入热水时，你会发现盐溶解了，而沙子不溶。

因为沙子的重量比盐和水大，过一段时间后，沙子会沉积在盘子底部。当你将盐水倒掉，就等于进行了淹析处理。但是淹析的方法不能十分精确地分离固体和液体。因为液体中或多或少地残留部分固体，微小的固体颗粒非常轻，它能漂浮在液体中，随液体流出。

你将盐溶液蒸发时，会发现盐晶体又从溶液中结晶出来，还会发现，实验前后，盐和沙子的重量跟实验前并不完全一样，你能找出原因吗？

原因之一，你往盐和沙子的混合物中加了水，当你将盐水淹析时还有一些溶解了的盐粘在沙粒上。同样，淹析时，也会有一些沙子混在盐水里无意中流走了。用放大镜观察食盐晶体，你能看到沙粒混入盐中并证实上面的说法吗？

一种可能影响实验结果的因素是沙子中含一定量的水分。为防止这一影响发生，最好在开始实验前，将沙子平铺在烤盘中，放入烤箱内加热一小时，沙子中的水变热后蒸发掉了，然后将沙子完全冷却。

从海滩采来的沙子中也会含有少量的盐分。如果你从沙滩采来的沙子中盐分太多，可以用下面的方法除去大部分的盐。往沙子中倒入温水，待盐溶解后，将

环绕立体声

动作电影使用“环绕立体声”，从而使电影看起来更真实。在剧院内四周置放的扬声器能使声音听起来来自四面八方，甚至来自观众后方。正是环绕立体声使宇宙飞船好像是在头顶上发出尖利刺耳的声音，也正是环绕立体声使你感觉好像听到幽灵蹑手蹑脚地从背后向你走来的脚步声！



4 让朋友帮助你。戴上蒙眼罩，将两个没被固定的漏斗扣到耳朵上。你的朋友拿着声源（一个闹钟），并在笔记本上记录下结果。



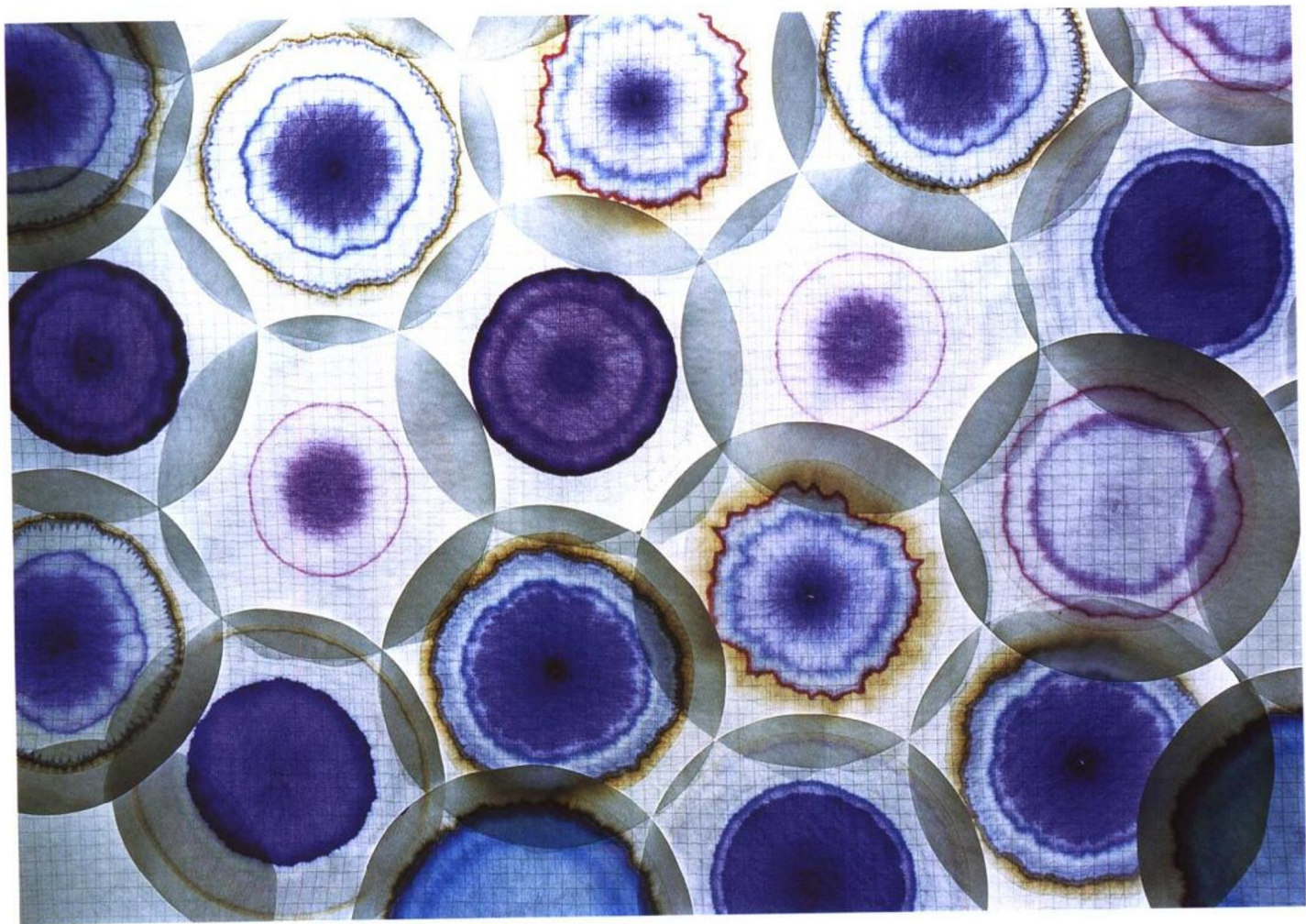
5 你的朋友在房间里选择一个地方并让闹钟发出声响。你继续戴着蒙眼罩，试着推测声音的来源。当你认为你知道声音的位置时，用手指指出声源。



6 重复此项实验活动。请你的朋友记下每次声音发出的地方和你是否能准确地确定声源的位置。

层析法

一百多年前，俄罗斯科学家米哈伊尔·茨维特（Mikhail Tsvet 1872 — 1919）发现一种分离植物颜色的方法，他将这种方法称为层析法，简而言之，就是“将色彩逐步分离并记录的方法”。



科学家要经常对物质进行化验以便确定它们的构成。如果要寻找某种特定的化合物，可以通过化验，给出肯定或否定的答案。这种化验包括检测尿液中的糖分来确定一个人是否患有糖尿病或是怀孕。人们的尿液中含有多种不同物质，但每次化验只检测某一种物质的存在及多少。

然而，有时科学家想要知道一种物质所含的所有化学成分，层析法尤其适合这种情况。因为科学

■ 每个被称为色谱图的纸圈都表示作为布匹中工业染料的组成颜色。科学家可以通过每个圈上线条的位置说明每种颜色中是什么化学成分。

家用这种方法可以分离十分复杂的混合物，即使在工作前对其成分一无所知也无妨。层析法很大的好处是可将少量未知物质分成其组成部分，以便于对每个部分进行检验。